

Санкт-Петербургский государственный университет

КРЫЖАНОВСКАЯ Алина Эдуардовна

Выпускная квалификационная работа

***Оценка техногенного засоления при разработке соляного месторождения
озера Кучукское***

Уровень образования: бакалавриат
Направление *05.03.06 «Экология и природопользование»*
Основная образовательная программа *ВМ.5024 «Экология и природопользование»*
Профиль (при наличии) *«Экология и недропользование»*

Научный руководитель: доцент
кафедры экологической геологии
СПбГУ, канд. геол.-мин. наук,
Зеленковский П. С.
«22» мая 2021



Рецензент: доцент кафедры геологии и
геоэкологии факультета географии
РГПУ им.А.И.Герцена, кандидат геол.-
мин.наук, Подлипский И. И.

«__» _____ 2021

Санкт-Петербург
2021

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Введение..... | 3 |
| 1. Общие сведения..... | 5 |
| 1.1. Объект исследования..... | 5 |
| 1.2. История освоения соляных озер..... | 5 |
| 1.3. Процесс производства..... | 7 |
| 2. Краткая физико-географическая характеристика..... | 10 |
| 2.1. Климатические условия..... | 11 |
| 2.2. Ландшафтные характеристики территории..... | 13 |
| 2.3. Природные воды..... | 15 |
| 2.3.1. Гидрологические условия..... | 15 |
| 2.3.2. Гидрогеологические условия..... | 16 |
| 2.4. Галогеохимическая характеристика территории..... | 18 |
| 2.5. Почвенный покров территории..... | 19 |
| 3. Оценка экологической ситуации..... | 21 |
| 3.1. Источники и факторы антропогенного воздействия..... | 22 |
| 4. Методика и объем полевых работ..... | 25 |
| 4.1. Объем полевых работ..... | 25 |
| 4.1.1. Земли промышленности и земли поселений (селитебные территории)..... | 26 |
| 4.1.2. Территории, приуроченные к добыче сульфатного сырья..... | 26 |
| 4.1.3. Фоновый район..... | 28 |
| 4.2. Методика полевых и лабораторных исследований..... | 29 |
| 5. Оценка техногенного засоления почвенного покрова..... | 31 |
| Заключение..... | 40 |
| Список используемой литературы..... | 41 |
| Приложения..... | 44 |
| Приложение 1..... | 44 |

Введение

В связи с активной разработкой сырьевых ресурсов озера Кучукское, расположенного в Благовещенском районе Алтайского края, а также с особенностями добычи сульфата натрия из рапы озера, возникает необходимость оценки состояния окружающей среды в исследуемом районе.

Ежегодно объемы производства сульфата натрия на предприятии ОАО «Кучуксульфат» увеличиваются, что обуславливает актуальность данной работы – оценка техногенного засоления исследуемой территории необходима для понимания, насколько сильное воздействие на прилегающую территорию оказывает предприятие.

Целью данной работы является проведение оценки техногенного засоления почвы при разработке Кучукского соляного месторождения. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить состояние природной среды в исследуемом районе;
2. Провести отбор почвенных проб на территории, находящейся в непосредственной близости от соляного месторождения озера Кучукское и на территории предприятия ОАО «Кучуксульфат». Отбор проб проводился в августе-сентябре 2020 года;
3. Выполнить обработку и анализ полученных материалов, а также визуализировать результаты путем построения карт, отражающих распределение хлорид-иона, сульфат-иона и сухого остатка в почвенном покрове;
4. На основе анализа отобранных проб оценить степень техногенного засоления исследуемой территории.

Данная работа проводилась в рамках научно-исследовательской работы «Разработка и внедрение системы биологического мониторинга ОАО Кучуксульфат».

Выражаю огромную благодарность моему научному руководителю, доценту кафедры экологической геологии, кандидату геолого-минералогических наук, Зеленковскому Павлу Сергеевичу; доктору геолого-минералогических наук, заведующей кафедры геохимии, Чарыковой Марине Валентиновне, за возможность принять участие в проведении научно-исследовательской работы «Разработка и внедрение системы биологического мониторинга ОАО «Кучуксульфат» и помощь в проведении исследований. Также выражаю благодарность студентке 4 курса кафедры экологической геологии, Тятюшкиной Аксинии Михайловне, за помощь и поддержку в период проведения полевых работ.

1. Общие сведения

1.1. Объект исследования

Объектом исследования данной работы является соляное месторождение озера Кучукское, ставшее сырьевой базой для производства сульфата натрия завода ОАО «Кучуксульфат», расположенного в Благовещенском районе Алтайского края в рабочем поселке Степное Озеро. Предприятие поставляет на мировой рынок природный сульфат натрия высокого качества, а само месторождение является уникальным и единственным в России.

Природный сульфат натрия, основная производимая продукция, добывается с помощью метода горной разработки месторождения минеральных солей – озера Кучукское.

Само предприятие было основано путем приватизации Кучукского сульфатного комбината в 1992 году. Производственное сырье добывается из естественной рапы озера Кучукское, содержащей огромные запасы минеральных солей. (<http://www.kuchuk.ru>)

Крупными потребителями сульфата натрия являются предприятия целлюлозно-бумажной, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, стекольной промышленности и химических отраслей. В промышленности природный сульфат натрия применяется в производстве мыла, моющих средств, стекла, сульфатной целлюлозы, кожевенной продукции, цветных металлов и для окрашивания х/б текстиля.

1.2. История освоения соляных озер

Соленые озера характерны для районов с преобладанием количества испарения над количеством выпадения осадков – зон степей с аридным климатом. Говоря о внутренних водоемах, образующихся внутри материка, процесс их образования можно объяснить следующим образом: вследствие нарушения баланса испарения и стока, вода, стекающая с водосбора, испаряется из-за климатических особенностей или деятельности человека,

оставляя соль в водоеме. Со временем соль концентрируется, увеличивая соленость водного объекта. В процессе уменьшения озера соленость также возрастает.

В 1768-1771 гг. академик П. С. Паллас со своей экспедицией обследовал Забайкалье, Западную и Восточную Сибирь, где впервые были найдены соляные озёра. Экспедиция собрала ценнейшие на тот момент знания о режиме этих озёр и об осадконакоплении. П. С. Паллас объяснил общую соленость Кулундинской, Исетской и Барабинской степей приносом водою соли с питающих эти степи Уральских, Алтайских гор. Именно он первым предположил о возможном влиянии подземных вод.

Дело П. С. Палласа продолжили его последователи. Первые подробные описания Кулундинской степи и сбор сведений о добыче поваренной соли из озер пришлось на 18-19 века. Были составлены достаточно подробные на тот период времени описания и характеристики климата, рек, озер, почв, растительности и геологии района. Первые сведения об озере Кучукское были опубликованы Сивергельмом в 1849 г. (Милевский О. А. История изучения и освоения соляных озер Кулундинской степи: 18 – начало 20 вв).

Соляные озера Кулундинской степи в большинстве своем минеральны, вода в них представляет собой более или менее крепкий раствор различных солей. Кулундинская степь – один из самых северных самосадочных районов в мире. Концентрация солей в таких озерах настолько велика, что возможна кристаллизация и выпадения их в осадок на дно водоема. (Харламова Н.Ф., Силантьева М.М. Современное состояние и тенденции изменений климата Кулунды) Такие озера – это природные резервуары, в которых содержится и накапливается необходимое промышленности химическое сырье.

Кучукское озеро отличается других озер Кулундинской степи своим богатым минеральным составом (в состав рапы озера входят бром, хлористый

натрий, хлористый магний, также имеется мощный пласт мирабилита) и широкими промышленными запасами сульфата натрия.

Глауберова соль (мирабилит) — $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, десятиводный кристаллогидрат (декагидрат) сульфата натрия. Природный минерал глауберовой соли называется мирабилит. Его плотность составляет $1,49 \text{ г/см}^3$, что делает его одним из самых лёгких минералов. (Галахов В.П., Ловцкая О.В, 2009)

1.3. Процесс производства

Тенардит (природный безводный сульфат натрия), образуется на береговой полосе озера, непосредственно перед линией уреза воды. Под тенардитом расположен слой мирабилита – водного кристаллогидрата. В течение года, в зависимости от различных показателей температуры воздуха, осадков, скорости ветра, происходит непрерывная трансформация рапы в мирабилит, мирабилита в тенардит, растворение мирабилита в рапе и т.д. Запасы рапы представлены двумя фазами – поверхностной рапой, используемой как источник сырья, и донными отложениями мирабилита-стеклеца.

Производственный процесс характеризуется несколькими этапами:

В летнее время года, за счет растворения донных отложений, воды озера Кучукское насыщаются сульфатом натрия и по питательному каналу перекачиваются в заранее подготовленный кристаллизационный бассейн, в качестве которого используют котловину высохшего озера Селитренного, имеющего размер $3 \times 4 \text{ км}$, расположенного в 6 км от озера Кучукского. Объем закачиваемой рапы в озеро Селитренное составляет около 30 млн. тонн .

В осенние и зимние месяцы при понижении температуры ниже $+5^\circ\text{C}$ сульфат натрия осаждается на дне в виде мирабилита.

Поскольку органические примеси, присутствующие в рапе озера, осаждаются на дне водоема еще до начала кристаллизации, для осажденного мирабилита характерны очень высокие качественные параметры, содержание основного вещества в продукте также высоко. Эти факторы позволяют назвать Кучукское месторождение минеральных солей уникальным по своему происхождению.

В весенние месяцы обедненная рапа откачивается из озера Селитренного обратно в озеро Кучукское, после чего начинается добыча и переработка мирабилита. В процессе переработки сырье проходит несколько технологических переделов, после чего товарный сульфат натрия затаривается и отправляется потребителю. (Балашова С. П., Мураева Я. Н. К вопросу развития ОАО «Кучуксульфат»)

Следственно, сульфат натрия Кучукского месторождения круглогодично представлен тремя состояниями – рапа, мирабилит, тенардит. Продукция завода характеризуется высоким показателем основного вещества (99,8%), однородным составом, малым содержанием железа, отсутствием органических примесей, тяжелых металлов, радионуклидов. Месторождение разрабатывается с 1960 года. (Балашова С. П., Мураева Я. Н. К вопросу развития ОАО «Кучуксульфат»)

В настоящее время добыча мирабилита осуществляется бассейновым методом с последующей заводской переработкой. Высаженный и осушенный порошкообразный мирабилит собирается бульдозерами в навалы, после чего грузится в железнодорожные вагоны-самосвалы узкой колеи и подается в цех сульфата натрия на переработку. (Ржевский В.В., Нурок Г.А. Технология добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов — М.: Недра, 1979)

Большую часть своей продукции ОАО «Кучуксульфат» поставляет на российский рынок, остальное экспортируется за рубеж. Само месторождение

представляет собой природное озеро площадью от 162 до 178 кв. километров, содержащее рапу с концентрацией сульфата натрия около 7%, в основании которого залегает мощный пласт мирабилита-стеклеца. (Балашова С. П., Мураева Я. Н. К вопросу развития ОАО «Кучуксульфат»)

2. Краткая физико-географическая характеристика

Кучукское месторождение минеральных солей, эксплуатируемое ОАО «Кучуксульфат», расположено в Благовещенском районе Алтайского края (рабочий поселок Степное Озеро).

Благовещенский район расположен в пределах Кулундинской тектонической впадины Западно-Сибирской плиты (юго-восточная часть). Платформенный чехол Кулундинской впадины имеет достаточно сложное внутреннее строение - большое разнообразие фаций - от морских до континентальных аллювиально-озерных и делювиально-пролювиальных (Архипов и др., 1970). В составе платформенного чехла выделяются палеонтологически охарактеризованные отложения юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.



Рисунок 1 Кулундинская равнина, вид на ОАО "Кучуксульфат"

В центральной части Кулундинской низменности, характеризующейся наибольшими понижениями рельефа, расположены крупные озера – Кулундинское, Кучукское (Актуализированный инвестиционный паспорт

Муниципального образования Благовещенский район Алтайского края за 2017 год).

2.1. Климатические условия

Кулундинская степь занимает большую часть Обь-Иртышского водораздела в южной части Западно-Сибирской равнины, простираясь в широтном направлении на 100 тысяч километров от Павлодара до Барнаула. Для региона характерен резко-континентальный климат, а уникальной природной особенностью стало изобилие пресных и соляных озер, которых здесь насчитывается до трех тысяч. (Милевский О. А. История изучения и освоения соляных озер Кулундинской степи: 18 – начало 20 вв).

Климатические особенности территории определяются сложными взаимодействиями солнечной радиации, циркуляции атмосферы и характера подстилающей поверхности. Высокая продолжительность дня и значительная высота солнца над горизонтом в летний период обуславливает большие суммы прямой солнечной радиации.

Степная часть Кулундинской равнины характеризуется засухами, продолжающимися с апреля по июнь, что, в сочетании с суховеями, вызывает сильное нарушение водного режима, что, в свою очередь, в следствие резкого увеличения испаряемости, усиливает неблагоприятные воздействия на растительный покров (Ковалев и др., 1967).

Наиболее высокие скорости ветра зафиксированы в ноябре и феврале. Зимой, за счет уноса снега, почва промерзает на значительную глубину. (Актуализированный инвестиционный паспорт Муниципального образования Благовещенский район Алтайского края за 2017 год).

Центральная часть Кулундинской степи, в которой расположена описываемая территория, находится в поясе резко-континентального климата, для которого характерны весьма существенные изменения метеорологических условий в течение года, сезона, суток.

Среднегодовая температура воздуха обычно выше нуля и равна приблизительно 0,2-4,1°С. Самая теплая погода в Благовещенке по месяцам и в целом в России стоит в летние месяцы - до 25.7°С. При этом наименьшие температуры окружающего воздуха отмечаются в зимний период (до -13.9°С). (Милевский О. А. История изучения и освоения соляных озер Кулундинской степи: 18 – начало 20 вв)

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха в пос. Благовещенка (°С)

(по данным портала «Погода 365»)

| темп, °С | янв | февр | март | апр | май | июнь | июль | авг | сент | окт | нояб | дек |
|-------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------|
| Днем | -13,9 | -11,8 | -2,8 | 10,7 | 18,0 | 25,1 | 25,7 | 24,5 | 17,7 | 8,2 | -3,5 | -10,5 |
| Ночью | -20,5 | -20,0 | -10,6 | 2,2 | 7,8 | 14,3 | 14,9 | 13,5 | 7,7 | 1,3 | -8,4 | -16,6 |

Наиболее дождливые периоды - май, июнь, июль, когда дождливая погода занимает 13 дней, и выпадает до 27 мм осадков.

Таблица 2

Среднегодовое количество осадков в пос. Благовещенка (°С)

(по данным портала «Погода 365»)

| месяц | янв | февр | март | апр | май | июнь | июль | авг | сент | окт | нояб | дек |
|--------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Кол-во осадков, мм | 9,2 | 9,3 | 14,2 | 16,6 | 16,9 | 26,7 | 26,0 | 13,7 | 12,6 | 23,2 | 27,2 | 15,8 |

Район подвержен усиленному влиянию ветров, максимальное количество которых приходится на январь-март. Их преобладающее направление – южное и юго-западное (Казахстанский суховея).

Таблица 3

Среднемесячная и годовая скорость ветра (м/сек)

(по данным портала «Погода 365»)

| месяцы | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
|----------|--------|---------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|
| Скорость | 4,9 | 4,8 | 4,6 | 4,6 | 4,4 | 3,9 | 3,2 | 3,5 | 3,9 | 4,7 | 5,1 | 4,4 |

Таблица 4

Повторяемость (%) направлений ветра и штилей

(по данным портала «Погода 365»)

| | с | св | в | юв | ю | юз | з | сз | штиль |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Январь | 3 | 6 | 11 | 9 | 38 | 21 | 9 | 3 | 6 |
| Февраль | 4 | 10 | 9 | 8 | 36 | 21 | 9 | 3 | 5 |
| Март | 6 | 11 | 10 | 7 | 23 | 23 | 14 | 6 | 7 |
| Апрель | 9 | 13 | 12 | 5 | 15 | 17 | 16 | 13 | 3 |
| Май | 11 | 12 | 11 | 6 | 17 | 16 | 15 | 12 | 4 |
| Июнь | 13 | 17 | 12 | 7 | 13 | 14 | 12 | 12 | 5 |
| Июль | 17 | 20 | 14 | 7 | 10 | 9 | 11 | 12 | 7 |
| Август | 15 | 15 | 11 | 7 | 12 | 12 | 15 | 13 | 6 |
| Сентябрь | 9 | 12 | 10 | 7 | 17 | 17 | 16 | 12 | 5 |
| Октябрь | 5 | 7 | 7 | 6 | 25 | 27 | 16 | 7 | 5 |
| Ноябрь | 5 | 8 | 8 | 7 | 29 | 25 | 15 | 5 | 3 |
| Декабрь | 2 | 8 | 8 | 9 | 36 | 26 | 11 | 3 | 4 |
| год | 8 | 10 | 10 | 7 | 22 | 20 | 13 | 9 | 5 |

2.2. Ландшафтные характеристики территории

Кулундинская степь находится на территории Обь-Иртышского междуречья, находящегося южнее Барабинской низменности (Барабы). С востока примыкает к Приобскому плато, а с юго-востока - к предгорьям Алтая. Степь представляет собой слегка всхолмленную равнину, сложенную рыхлыми отложениями. Высоты растут с северо-запада на юго-восток в среднем от 100 до 250 м. Изучаемая территория располагается в пределах

Кулундинской низменности с отметками 95-130 м. (Лебедева М. П., Лопухина О. В., Калинина Н. В. Особенности химико-минералогического состава солей в сорowych солончаках и озерах Кулундинской степи)

Важнейшими элементами ландшафта являются озера (в том числе природно-техногенного происхождения), расположенные в понижениях рельефа. Главные водные объекты исследуемой территории: озера Кучукское, Селитренное, Кривое, болота Малое и Большое Плотавы; водохранилище на реке Кучук; реки Кучук и Солоновка.

Соляные озера Кулундинской степи различаются по типу рельефа и характеру водного питания. Водоемы первого типа характеризуются плоскими блюдцеобразными округлыми котловинами, обрывистыми берегами и песчаными грунтами. Грунтовые воды оказывают наибольшее влияние на питание этих водоемов. Для второго типа озер характерна неправильная форма котловин, изрезанная береговая линия, частичная заболоченность. Подпитка в таких водоемах осуществляется подземными и поверхностными водами. (Дзенс-Литовский А. И. Соляные озера СССР, 1968)

Крупнейшее соляное озеро Кулундинской степи – Кулундинское озеро Благовещенского района. Его площадь составляет 728 км. кв. Глубина этого озера небольшая – она составляет около 0,7 м, достигая своего максимального значения на глубине 1,3 м. Для озера характерно речное (стоки рек Кулунда и Суетки) и снеговое питание, оно относится к периодически проточным озерам – воды, при высоком стоянии, сливаются в озеро Кучукское. Донные отложения содержат запасы мирабилита. (Гидрогеология Кулунды и прилегающих районов/под ред. Д. И. Абрамовича и С. Г. Бейрома. – Новосибирск: наука, 1965)

2.3. Природные воды

2.3.1. Гидрологические условия

Наиболее важными водными объектами окрестностей пос. Степное озеро являются: оз. Кучукское, р.Кучук, оз. Кривое, болота Малая и Большая Плотавка, оз. Селитренное и питательный канал. Рек, в свою очередь, на данной территории встречается немного – наиболее значимыми являются реки Кулунда, Кучук, Суетка, Солоновка. Они, в условиях сухого климата, наполняются водой только в редкие периоды ливневых дождей и таяния снега.

Озера Кулундинской степи, в силу своей небольшой глубины, пересыхают в жаркий период, образуя на поверхности солевую корку толщиной до нескольких сантиметров. В период дождей и снеготаяния они вновь наполняются водой, таким образом образуя крепкие рассолы. Берега вокруг таких озер, как правило, подтоплены. (Галахов В.П., Ловцкая О.В. Влияние климатических и антропогенных факторов на водный баланс Кучукского озера)

Озера Кучукское, Селитренное и Кривое являются объектами производственной деятельности предприятия ОАО «Кучуксульфат», оз. Кучукское – источник мирабилита. По своей сути они уже не относятся к объектам естественной гидрографической сети, а являются производственными: озеро Селитренное площадью около 6 км² используется в качестве садового бассейна мирабилита, режим озера полностью определяется режимом закачки и сброса рапы; одним из самых специфических гидрологических объектов является шламонакопитель промплощадки предприятия – озеро Кривое. Режим определяется сбросом отходов производственной деятельности и хозяйственно-бытовыми стоками пос. Степное Озеро. (Технический проект разработки Кучукского месторождения минеральных солей (оз. Кучук) ..., 2018)

Площадь озера Кучукское составляет 170-180 км². Максимальный уровень характерен для апреля-мая, минимальный – для октября. Амплитуда

годового изменения уровня составляет 7-40 см (Борзилов О. С., «Оценка ресурсов подземных вод для целей аграрно-индустриального развития Кулунды»). Суммарная концентрация ионов магния, натрия, хлоридов и сульфатов колеблется в течение года от 15-22 до 23-33 %.

В химическом составе рапы оз. Кучукского преобладают ионы Na, Mg, SO₄, Cl, другие содержатся в значительно меньшем количестве. По химическому составу и соотношению между ионами рапу оз. Кучукское можно рассматривать как взаимную водную систему $MgSO_4 + 2 NaCl \leftrightarrow Na_2SO_4 + MgCl_2$. (Дзенс-Литовский А. И. Соляные озера СССР, 1968)

Таблица 5

Состав минерализованных вод и рапы (рассолов) Сульфатного типа (Гидрогеология Кулунды и прилегающих районов)

| Воды и рапа рассолы | Плотность, г /см | Солевой состав, % масс | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|-------|
| | | Na ₂ SO ₄ | MgSO ₄ | NaCl |
| Рапа оз. Кулундинское (Россия) | 1,044 | 0,216 | 1,13 | 4,01 |
| Рапа оз. Кучукское (Россия) | 0,216 | 0,45 | 6,63 | 22,12 |

2.3.2. Гидрогеологические условия

Кулундинская степь богата подземными водами. Гидрогеологические условия характеризуются большим разнообразием и сложностью, исследуемая территория расположена в пределах центральной части Кулундино-Барнаульского артезианского бассейна, который, в свою очередь, является частью Западно-Сибирской артезианской провинции. (Борзилов О. С., «Оценка ресурсов подземных вод для целей аграрно-индустриального развития Кулунды»)

Подземные воды преимущественно безнапорные, в отдельных случаях слабонапорные. Пополнение их осуществляется в основном атмосферными

осадками, и, в меньшей степени, благодаря процессу перетекания из нижележащих напорных горизонтов. Разгрузка грунтовых вод осуществляется в озерных котловинах. (Зимич В.С., Васильчук М.П.)

Гидрогеологический режим зависит от геологического строения Кулундинской котловины и водозаборного бассейна озера. Значительное влияние на режим оказывает химический состав поверхностных и грунтовых (подземных) вод.

Подземные воды – один из источников формирования рапы и минеральных солей. Гидрологический режим оз. Кучукского зависит от изменения количества поступающих в озеро вод и коэффициента их испарения, а гидрохимический определяется изменениями химического состава, концентрации и плотности поверхностной и донной рапы, а также соотношениями солей, находящихся в жидкой и твердой фазах. (Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых)

Вблизи озер уровень залегания грунтовых вод составляет 0,5-1,0 м. Глубина залегания увеличивается при удалении в сторону водоразделов, опускаясь до 10-15 метров и более. Минерализация грунтовых вод же увеличивается в направлении от водоразделов к озерам, достигая 136 г/л в районе озера Кривого. (Абрамович Д. И., Бейром С. Г. Гидрогеология Кулунды и прилегающих районов) Такие высокие содержания солей объясняются связью водоносного горизонта с поверхностными водами озер.

По химическому составу грунтовые воды сульфатно-хлоридные натриево-магниевые. (Герасимова, 2007) Минерализация колеблется от 1 г/л (юго-восточное побережье оз. Кучук) до 136 г/л (в районе оз. Кривое). Водоносные горизонты имеют напорный характер, из-за чего восходящий характер движения подземных вод исключает возможность антропогенного загрязнения ниже горизонта грунтовых вод. Связи нижележащих горизонтов с грунтовыми и поверхностными водами не установлено. (Борзилов О. С.,

«Оценка ресурсов подземных вод для целей аграрно-индустриального развития Кулунды»)

2.4. Галогеохимическая характеристика территории

На сегодняшний день происхождение засоленных почв в Западной Сибири остается дискуссионным вопросом. В соответствии с публикациями Е. Н. Ивановой, И. П. Герасимовой, В. А. Ковды, Н. И. Базилевич (Засоленные почвы..., 2006), засоление в Западной Сибири развивается благодаря континентальному засолению, обусловленному аридностью климата и неглубоким залеганием уровня подземных вод. Также существует мнение, что основным источником поступления солей являются атмосферные и эоловые осадки, переносимые со стороны аридных районов Казахстана и Средней Азии (Казанцев, 1998).

Кулундинская равнина по почвенно-геохимическому районированию юга Западной Сибири относится к провинции активного водо-солеобмена с преобладанием привноса солей над их выносом, с недостаточно увлажненными почвогрунтами. Грунтовые воды озерных котловин преимущественно солоноватые, иногда соленые, с минерализацией 1-3, редко 10-15 г/л (Засоленные почвы..., 2006).

Воды озер в Кулундинской равнине, по данным (Лебедева и др., 2008), характеризуются высоким разнообразием химического состава. Отличие в химическом составе и минерализации присутствует в водах озер, расположенных в непосредственной близости друг от друга. Ряд озёр Кулундинской степи имеют минерализацию 300–350 г/л (Ковда, 1937). Современные озерные котловины являются постоянными испарителями.

Четкой корреляции между общей минерализацией и составом вод озер в Кулундинской степи не обнаруживается, о чем упоминается в работе (Лебедева и др., 2008). Отсутствие четкой взаимосвязи между географической зональностью и зональностью вод озер Кулундинской степи позволяет

предполагать, что генезис солей в озерах определяется главным образом характером подземных вод. (Ковалев и др., 1967).

2.5. Почвенный покров территории

В соответствии с картой почвенно-экологического районирования России (И.С. Урусевская, И.О. Алябина, С.А. Шоба Цифровая версия Карты почвенно-экологического районирования Российской Федерации масштаба 1:8 000 000; 2019), территория исследования относится к суббореальному поясу, зоне тёмно-каштановых и каштановых почв сухой степи, к Предалтайской сухостепной провинции, Кулундинскому округу темно-каштановых и каштановых почв с участием солонцов луговых суглинистых и супесчаных подстилаемых песчаными и супесчаными породами на озерно-аллювиальных отложениях. (Ковалев и др., 1967)

Почвы данной провинции приурочены к аллювиальным и озерно-аллювиальным равнинам с преобладанием пород легкого гранулометрического состава (География почв: учебник, 2016). В почвенном покрове доминируют темно-каштановые супесчаные почвы в сочетании с лугово-каштановыми, а по приозерным понижениям – комплексы луговых солончаковатых солонцов с солончаками и массивы солончаков.

Характерной особенностью данной территории является пестрота растительности и почвенного покрова, обусловленная различными характерами увлажнения и солевого режима. Наряду с этим, важной отличительной чертой степной Кулунды является наличие большого количества и разнообразия озёр – пресных, солоноватых и солёных, содовых и хлоридно-сульфатных.

Рельеф изученной территории представляет собой серию концентрических озерных террас, образовавшихся при сокращении четвертичного водного бассейна, от которого остались озера Кулундинское и Кучукское (Герасимова, 2007).

По данным обследования 1986 г. (Система земледелия и землепользования..., 1986) на территории, прилегающей к ОАО «Кучуксульфат», преобладающими почвами являются черноземы южные – 17% площади, а также каштановые почвы, –16% (в сумме 33%), лугово-черноземные (14%), лугово-каштановые (13%), на долю солонцов и солончаков приходится 23%, и остальные почвы занимают 13% общей площади.

Поглотительная способность почв и их буферность преимущественно низкие, что связано с малой мощностью гумусового горизонта, как следствие угнетенного развития растительного покрова. Кроме того, отмечается, что для данной территории характерно наличие пестрых по составу и степени минерализации грунтовых вод и верховодки (Борзилов О. С., «Оценка ресурсов подземных вод для целей аграрно-индустриального развития Кулунды»).

3. Оценка экологической ситуации.

Благовещенский район относится к районам, имеющим экологические проблемы – для поверхностных водных объектов характерен высокий уровень загрязнения, Кулундинское озеро относится к классу опасности 4А (грязное), в то время как озеро Кучукское относится к 5 классу (чрезвычайно грязное). Столь высокие показатели уровня загрязнения обуславливаются вкладом промышленных предприятий, расположенных в поселке Благовещенка и р.п. Степное Озеро (для р.п. Степное Озеро наибольшее техногенное воздействие оказывает предприятие ОАО «Кучуксульфат»). (Технический проект разработки Кучукского месторождения минеральных солей (оз. Кучук) ..., 2018)

Однако, при оценке экологического состояния данной местности, следует также обращать внимание на природные особенности. Поскольку район исследования расположен в центральной части крупной региональной структуры (бессточная впадина Обь-Иртышского междуречья), определяющим фактором, наравне с воздействием промышленной деятельности, является отсутствие возможности выноса загрязняющих веществ, попадающих на данную территорию.

Химическое воздействие на почвы и растительный покров района обусловлено выбросами загрязняющих веществ автотранспортом и промышленными предприятиями. Такие выбросы сопровождаются поступлением в почвы токсикантов, главным образом обычных для промышленных районов соединений тяжелых металлов. Кроме того, в качестве важнейшего загрязнителя почв и грунтов, потенциально способного вызвать их деградацию и угнетение растительного покрова, может рассматриваться сульфат натрия, основные источники поступления которого – оз. Селитренное, многочисленные соляные озера и корково-пухлые солончаки. (Полевое обследование и картографирование уровня

загрязненности почвенного покрова техногенными выбросами через атмосферу. Методические указания. – М., 1980)

Вредные и опасные производственные факторы:

- Пар, конденсат, горячие растворы сульфата натрия, горячая отопительная вода;
- Движущиеся части машин и механизмов;
- Производственная пыль сульфата натрия;
- Производственный шум и вибрация и т.д.

3.1. Источники и факторы антропогенного воздействия

Кулундинская равнина является важным сельскохозяйственным районом Западной Сибири. Одними из наиболее существенных факторов антропогенного воздействия на территорию являются сельское хозяйство (животноводство и растениеводство) – изменяется и нарушается естественный растительный покров, значительная часть территории распахана и засеяна зерновыми и техническими культурами; коммунально-бытовые источники загрязнения (канализационные стоки и отходы потребления).

Помимо этого, на данной территории развита сеть шоссейных и грунтовых дорог, связывающих населенные пункты окрестностей месторождения с разными районами Алтайского края. Промплощадка предприятия связана железнодорожной веткой со станцией Ново-Благовещенка. (Макарычев С. В., Эллерт Д. Ю. «Особенности экологического загрязнения почвенного покрова при производстве сульфата натрия (на примере ОАО «Кучуксульфат» Благовещенского района Алтайского края))

Основное промышленное предприятие - ОАО «Кучуксульфат» располагается на трех площадках:

1. Основная производственная площадка предприятия, расположенная между озерами Селитренное и Кривое (шламонакопитель);

2. Шламонакопитель (озеро Кривое), отведенный под промышленные объекты. Озеро выведено из состава водных объектов, оно не имеет водоохраной зоны;

3. Карьер (озеро) Селитренное, относящееся к бассейну озера Кучукское, – для размещения ОАО «Кучуксульфат», было выведено из состава водных объектов (не имеет водоохраной зоны) и используется в качестве садового бассейна мирабилита, сырьевая база предприятия. (Балашова С. П., Мураева Я. Н. К вопросу развития ОАО «Кучуксульфат»)

Ширина санитарно-защитной зоны для промплощадки ОАО «Кучуксульфат», в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03, составляет 500 м (п. 7.1.1 Химические объекты и производства, II класс опасности, п. 25 Производство СМС).

Исходя из этих данных можно сказать о том, что ближайшая предназначенная для застройки территория – это земельный участок сельскохозяйственного назначения (склад зерна) с кад. №22:05:060101:566 расположена к западу от границы предприятия ОАО «Кучуксульфат»: на расстоянии 140 м, далее на расстоянии 410 и 470 м – артезианские скважины хозяйственно-питьевого назначения и 430 м – коллективные сады, 480 м – жилая застройка рабочего поселка Степное Озеро.

Таким образом, основные факторы антропогенного воздействия исследуемой территории представляют собой:

- Месторождение минеральных солей оз. Кучук (включая садовый бассейн оз. Селитренное);
- Производственные мощности ОАО «Кучуксульфат» (включая бассейн шламохранилища, ТЭЦ);
- Пос. Степное озеро;
- Сеть автодорог и железнодорожный транспорт;
- Сельскохозяйственные угодья.

Самой серьезной экологической проблемой на исследуемой территории является открытая разработка мирабилита в садовом бассейне оз.

Селитренное. Здесь, в процессе производства, под действием высоких температур и низкой влажности атмосферного воздуха проходит процесс дегидратации мирабилита. Пылевидный тенардит, образованный в процессе этой дегидратации, под действием ветра разносится по прилегающим территориям, способствуя техногенному засолению почвенного покрова, поверхностных и подземных вод, деградации растительности.

При оценке экологического состояния исследуемой территории необходимо учитывать то, что засоление, связанное с выработкой мирабилита, происходит на фоне интенсивных естественных процессов континентального соленакопления, что повышает региональный солевой фон, затрудняя выделение техногенных аномалий.

4. Методика и объем полевых работ

4.1. Объем полевых работ

При планировании сетки отбора проб необходимо учитывать специфику предприятия. Главным антропогенным источником мирабилитовой пыли рассматривается озеро Селитренное. Преобладающими в весенне-летний период являются З и ЮЗ направления ветра, более того, на северо-восточном берегу озера находится солеотвал, что также повлияло на выбранное количество отобранных проб на данной территории.

В работах прошлых лет (Куриленко, Чарыкова 1996) при анализе состояния почв основное внимание было уделено проблеме общего засоления различных компонентов среды и разделению вклада природного и антропогенного источника. По результатам исследований антропогенное засоление было зафиксировано преимущественно в небольшой полосе вдоль восточного берега озера Селитренное, что относится к территории горного отвода месторождения. Исходя из этого, появилась необходимость выделения на изучаемой территории нескольких зон с определенными степенями засоления, требующих различной частоты отбора. Это территория рабочего поселка Степное озеро, земли сельскохозяйственного назначения и промышленная площадка предприятия, а также фоновый район, где основные поллютанты будут соответствовать направлению использования конкретной территории.

Исходя из этого, а также с учетом необходимости отбора фоновых проб, исключая влияние предприятия, районы опробования располагались в основном в районе озер Селитренное, Кривое, пос. Степное Озеро и прилегающих территориях, то есть в зоне потенциального влияния ОАО “Кучуксульфат”.

Для исследования предполагалась следующая схема пробоотбора:

4.1.1. Земли промышленности и земли поселений (селитебные территории)

На территории поселка Степное Озеро и на территории предприятия ОАО «Кучуксульфат» для определения засоления, характерного для селитебной и промышленной зоны, отбор проб производился каждые 500 м (рисунок 2) с целью определения степени засоления почв в жилых районах.

Также необходимо учесть, что состояние почв территорий, входящих в промзону ОАО «Кучуксульфат» определяется технологическими особенностями производства и транспортировки сульфата натрия.

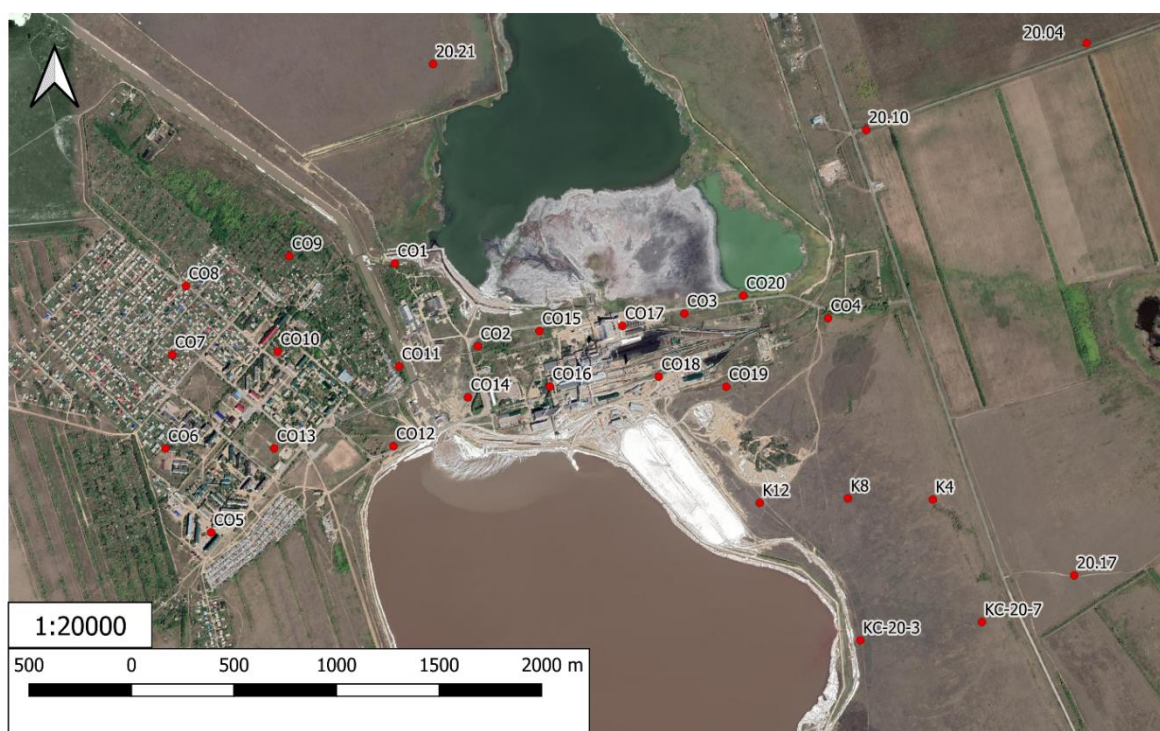


Рисунок 2 Отбор проб на селитебной территории

4.1.2. Территории, приуроченные к добыче сульфатного сырья

Природное и антропогенное засоление является особенностью почв данной территории. Природное засоление связано с соляным озером Кучукское, антропогенное засоление, в свою очередь, обусловлено добычей мирабилита из рапы озера. Влияние добычи мирабилита, по данным предыдущих исследователей (Куриленко В. В., Отчет по теме «Провести

экологическую экспертизу производственной деятельности АО «Кучуксульфат»), локализовано с восточной стороны озера Селитренное.

Исходя из этого, с восточного берега озера Селитренное было отобрано большее количество проб. Отбор преимущественно с востока и северо-востока от озера Селитренное обуславливается в первую очередь тем, что главным фактором распространения пыли сульфата натрия является ветер, а в данном районе основные его направления – З и ЮЗ. Поскольку путь поступления загрязняющих веществ – воздушный, точки размещаются вдоль источника (озеро Селитренное) по линиям пробоотбора, расположенным на расстоянии 0,1, 0,6, 1,1 км для рассмотрения динамики интенсивности засоления при удалении от источника (рисунок 3).

Схема отбора проб



Рисунок 3 Отбор проб на территории, приуроченной к добыче сульфатного сырья

Различными исследователями было установлено, что максимальная концентрация выпадений на землю при обычной среднегодовой скорости

перемещения воздушных масс отмечается на расстоянии 15-20-кратной высоты заводских труб. Например, для предприятий, высота труб которых колеблется в пределах 50-100 м, наибольшая загрязненность почв техногенными выбросами установлена на расстоянии 1,5-2 км от источника загрязнения (Кирсанов Ю. Г. Оценка воздействия выбросов вредных веществ на атмосферный воздух, 2018). Высота дымовой трубы котельного цеха ОАО «Кучуксульфат» – 100 м (по данным АО «Железобетонспецстрой»). В связи с этим, в радиусе 2 километров от источника промышленных выбросов сетка проб наиболее густая.

4.1.3. Фоновый район

В работе 1996 года (Куриленко В. В., Отчет по теме «Провести экологическую экспертизу производственной деятельности АО «Кучуксульфат») в качестве фоновых участков использовались точки с западной стороны оз. Кучукское, так как на данной территории, в связи со значительным расстоянием от садового бассейна озера Селитренного, засоление почв можно считать природным.

В качестве фоновых площадок были использованы точки наблюдений работы 1996 года, расположенные с западной стороны озера Кучук. Данный район удален от производственной площадки и испытывает минимальное антропогенное воздействие, связанное с работой предприятия и поселка. Природная засоленность территории здесь должна быть проявлена в максимальной степени.

Для определения фоновых значений засоления почвенного покрова были отобраны пробы под номерами 20.50 (профиль ЮЮВ побережье оз. Кучук) и 20.52 (профиль западное побережье оз. Кучук) (рисунок 4).

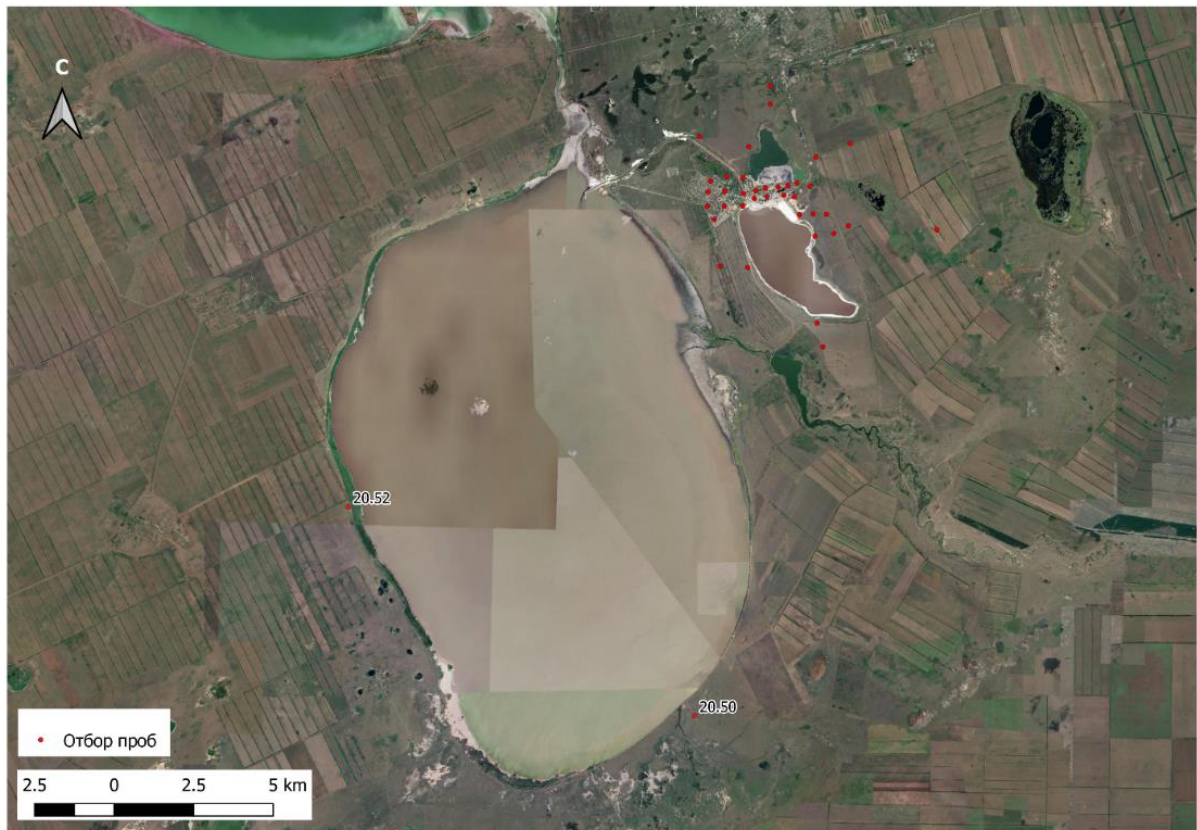


Рисунок 4 Отбор фоновых проб

4.2. Методика полевых и лабораторных исследований

Для определения содержания сульфатов и хлоридов в почвах окрестностей поселка Степное Озеро было отобрано и проанализировано 39 почвенных образцов с территорий производственных, жилых зон, сельскохозяйственных угодий.

В образцах, отобранных из верхнего почвенного горизонта определялось содержание сульфат-иона, хлорид-иона, гидрокарбонат-иона, натрия, кальция, магния, а также сухого остатка (приложение 1). Отбор проб производился согласно требованиям НД на отбор проб: ГОСТ 17.4.3.01, ГОСТ 17.4.4.02, СанПиН 2.1.7.1286-03.

Осуществлялся отбор смешанных проб методом конверта из 5 точечных образцов на площадках 10 на 10 метров с глубины 0,1-0,2 м. Глубина отбора проб СО1-СО20, 20.4, 20.10, 20.11, 20.12, 20.17, 20.21, 20.23, 20.27, 20.37, 20.38, 20.43, 20.46 – 0.0- 0.2 м от поверхности растительного покрова. Пробы

были упакованы в полиэтиленовые пакеты и просушены для дальнейшей транспортировки.

Отобранные почвенные пробы были проанализированы сертифицированным испытательным лабораторным центром «ЛЕНСТРОЙГЕОЛОГИЯ». В таблице 6 представлены методы и средства измерений, использованные при обработке полученных материалов.

Таблица 6.

Методы выполнения измерений, использованные средства измерений:

| № п/п | Определяемое вещество | НД на метод анализа | Наименование прибора | Заводской номер | № свидетельства срок очередной поверки |
|-------|-----------------------|-----------------------------|---|-----------------|--|
| 1 | Кальций | ГОСТ 31870 | Спектрометр оптический эмиссионный ICPE-9000 | В 4184520187 | 242/3199- 2019 26.05.2020 г |
| 2 | Натрий | | | | |
| 3 | Магний | | | | |
| 4 | Сульфаты | ГОСТ 31940 | Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ | 53 ВИ1256 | 12110, 13.10.2020 г |
| 5 | Хлориды | ПНД Ф 14.1:2.3.96- 97 | - | - | - |
| 6 | Гидрокарбонат- ион | ГОСТ 31957 | - | - | - |
| 7 | Сухой остаток | ГОСТ 18164 | - | - | - |

5. Оценка техногенного засоления почвенного покрова

Основной производственной деятельностью предприятия ОАО «Кучуксульфат» является добыча и переработка мирабилита, вследствие чего основной вид загрязнения связан с антропогенным поступлением минеральных солей в почву.

Распределение солей в почвах исследуемой территории зависит от природной засоленности поверхностных и подземных вод, а также от антропогенных факторов - орошения и сельскохозяйственных мероприятий, дефляции с поверхности садочного бассейна после спуска рапы. Для определения степени техногенного воздействия садочного бассейна (оз. Селитренное) на почвенный покров, пробы были отобраны на разном удалении от озера Селитренное, причем как из поверхностного слоя, так и на глубине 1 и 1,5 м.

В качестве фоновых проб были выбраны точки 20.27 (наиболее удаленная от источника загрязнения точка, около 3 км от оз. Селитренного), а также точки 20.50 и 20.52, расположенные на удалении от промплощадок ОАО «Кучуксульфат», но находящиеся в непосредственной близости от соляного озера Кучукского. Почвы в этих точках не должны находиться под воздействием техногенного засоления. Повышенные содержания солевых компонентов (макрокомпонентов) в почвах здесь могут быть сформированы только за счет влияния подземных вод.

При анализе почвенных проб, показатель сухого остатка определяется с целью получения представления о содержании в почвенном покрове растворимых в воде органических и минеральных солей. Общее количество растворимых солей в отобранных пробах (сухой остаток) находится в пределах 470-3700 мг/кг.

На рисунке 5 отображено распределение сухого остатка в окрестностях поселка Степное Озеро.

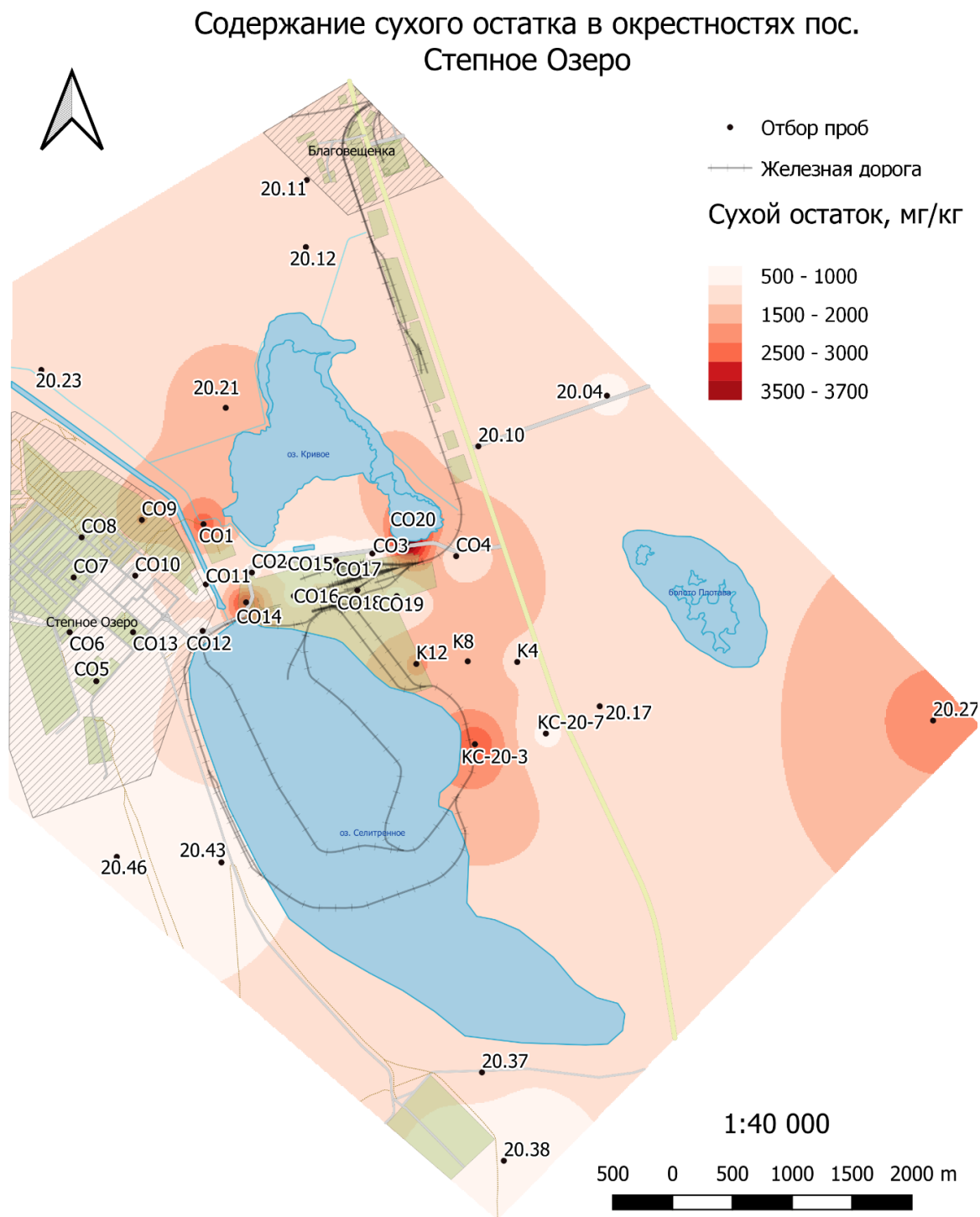


Рисунок 5 Содержание сухого остатка в окрестностях пос. Степное Озеро

Исходя из полученных данных, можно выделить несколько зон, наиболее подверженных засолению – восточный берег оз. Селитренного,

участок возле сбросного канала (возле оз. Кривое), а также точка 20.27, расположенная в восточном углу карты.

Более того, на территории поселка Степное Озеро показатель засоленности территории принимает наименьшие значения.

На рисунке 6 (Гистограмма распределения показателя «сухой остаток» в почвах), исходя из полученных значений выделяется несколько процессов распределения солей.

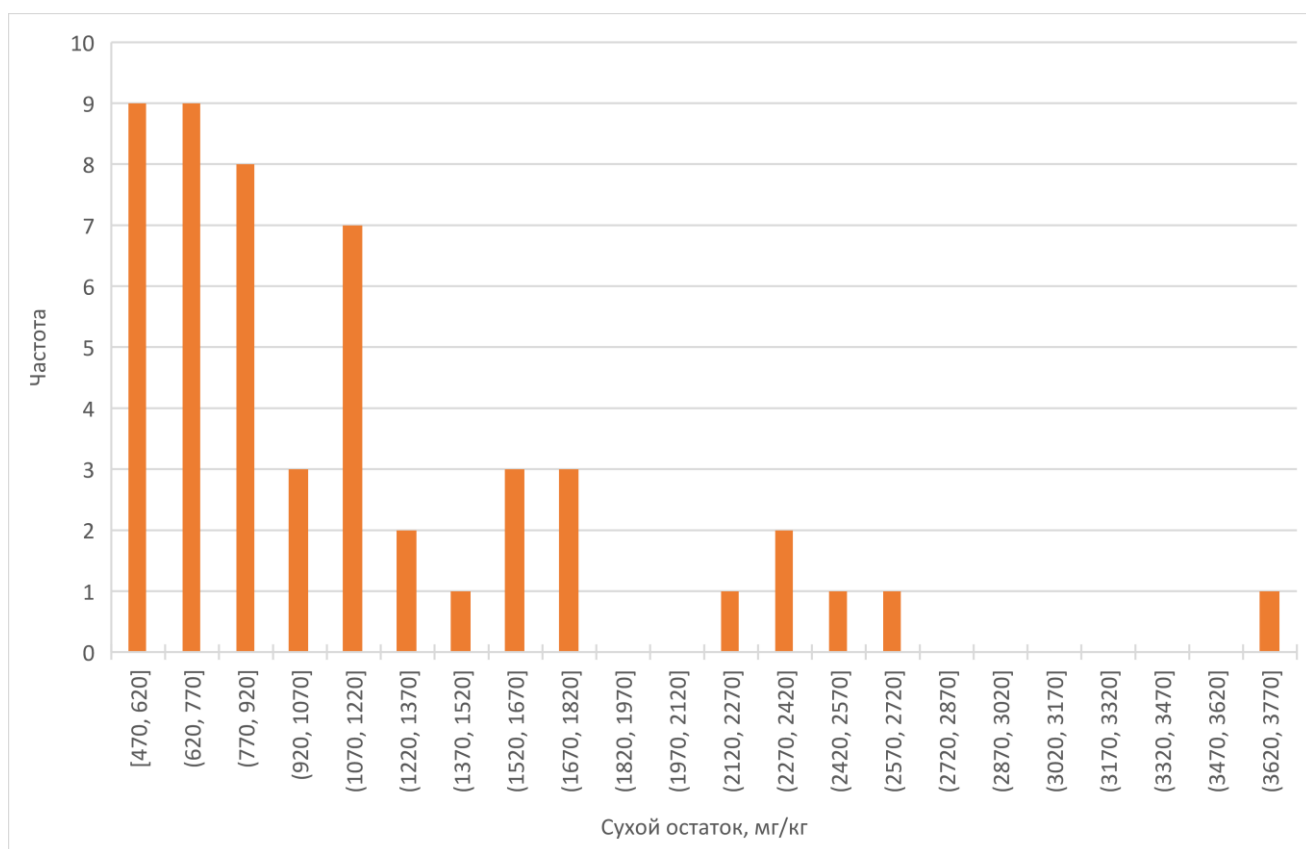


Рисунок 6. Гистограмма распределения сухого остатка в почвах.

Исходя из полученной выборки, можно судить о том, что в одной из точек зафиксирован выброс – максимальный показатель засоленности равен 3700 мг/кг в точке СО20. Данная точка находится на южном берегу озера Кривое, ставшее шламохранилищем предприятия, что и является причиной повышенной солености.

Также на гистограмме присутствуют несколько обособленных групп точек. Первая группа – с показателем засоленности 2120-2720 мг/кг, объединяет 5 точек, расположенных вблизи озер Селитренное, оз. Кривое, Кучукское, из-за этого столь повышенные показатели могут быть связаны с проявлениями природной засоленности. Следующий интервал содержит точки, имеющие значения от 470 до 1820 мг/кг. В этой группе точки наблюдения характеризуются разрозненностью – они были отобраны в разных местах, поэтому содержание солей может формироваться как за счет техногенных процессов (характерно для точек, прилегающих к территории оз. Селитренное), так и за счет природных процессов.

Процесс интенсивного природного засоления зафиксирован в точке 20.27, показатель солености здесь достигает 1800 мг/кг, несмотря на то, что точка относится к сельскохозяйственным угодьям и удалена от всех озер и производства. Этот факт указывает на сильное влияние соленых подземных вод на данной территории.

Воздействие сульфатного производства, по данным работы 1996 года (Куриленко, Чарыкова), оказывает незначительное влияние на состояние почвенного покрова. Усиленному засолению подвергаются лишь территории, находящиеся в непосредственной близости от восточного берега садового бассейна оз. Селитренное и входящие в зону горного отвода ОАО «Кучуксульфат», что и подтверждается исследованием, проведенным в данной работе. Для наглядной демонстрации распределения хлоридов и сульфатов в почвенном покрове исследуемой территории были построены две карты (рисунок 7, 8), показывающие распределение хлорид-иона и сульфат-иона в почвах окрестностей поселка Степное Озеро, Алтайский Край.

Исходя из значений, представленных на карте распределения хлорид-иона в окрестностях поселка Степное Озеро (рисунок 7), можно сделать вывод о том, что хлоридное засоление на территории отбора проб в основном не

превышает или незначительно превышает содержание хлорид-иона в точках с фоновыми значениями. Исключением приходится точка CO20, определяемый показатель в которой на порядок превысил фоновое значение. Данная точка

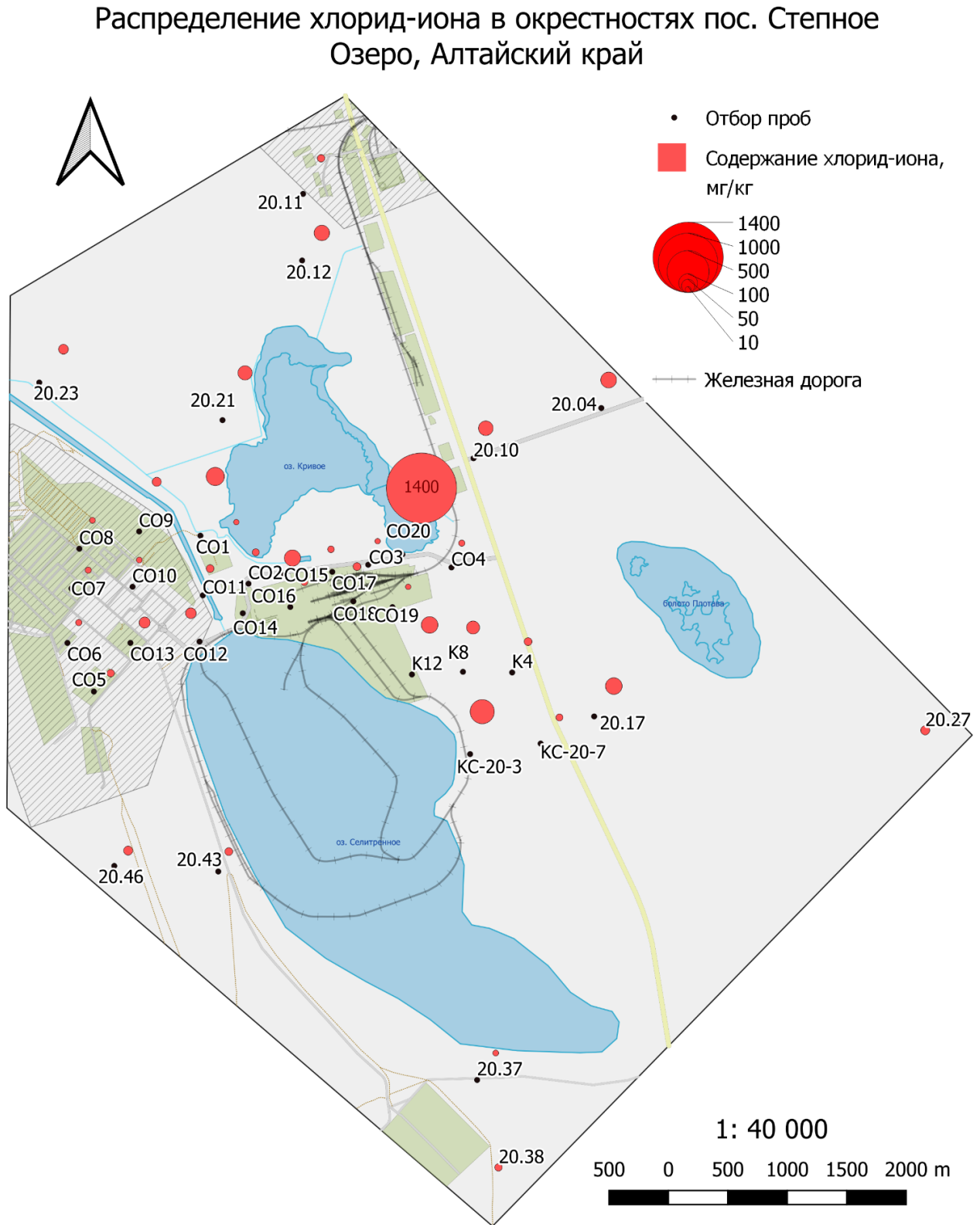


Рисунок 7 Распределение хлорид-иона в окрестностях пос. Степное Озеро

располагается в непосредственной близости от шламонакопителя предприятия (оз. Кривое), это может объяснять столь высокое содержание измеряемого показателя.

На карте, показывающей распределение сульфат-иона в окрестностях поселка Степное озеро (рисунок 8), наиболее интенсивное техногенное засоление территории приходится на северное и северо-восточное побережье.

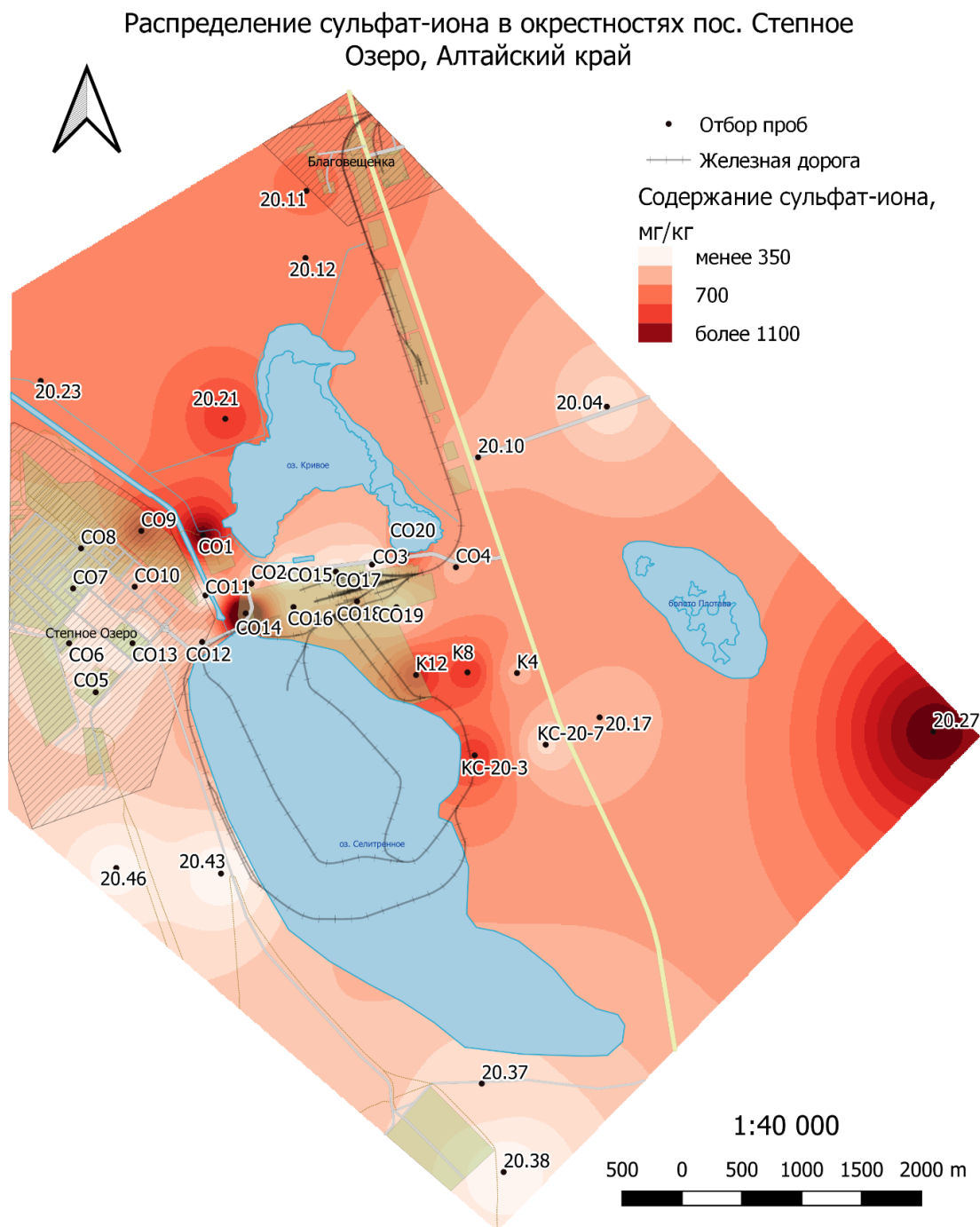


Рисунок 8 Распределение сульфат-иона в окрестностях пос. Степное Озеро

Отдельно можно обозначить участок с интенсивным засолением (точки К8, К12, КС-20-3), его наличие можно объяснить дефляцией сульфата натрия с озера Селитренное и из солеотвала (сушки готовой продукции) на берегу. Данная область является наиболее ярким примером геохимической неоднородности, обусловленной деятельностью человека. Пробы были отобраны с подветренного берега оз. Селитренное. Территория рабочего поселка Степное Озеро, а также вся территория, находящаяся к юго-западу от озера Селитренное имеют более низкое содержание сульфатов в почве, приближенное к фоновым значениям.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что сульфатное засоление почвенного покрова характерно для северной и северо-восточной части исследуемой территории, что обусловлено дефляцией и направлением ветра (Ю, ЮЗ).

Отдельно стоит упомянуть фоновую пробу под номером 20.50, отобранную со стороны южного берега озера Кучукское (на расстоянии 500 м от береговой линии) с поверхностного слоя почвы и с глубины 0,5 м. Здесь наблюдается (таблица 7) возрастание количества солей с 560 до 2500 мг/кг. Для состава почв данной точки характерен природный фактор формирования, связанный с влиянием подземных вод, в связи с отсутствием промышленных и селитебных территорий в непосредственной близости.

Таблица 7.

Содержание хлорид-иона, сульфат-иона и сухого остатка в фоновых пробах

| Номер пробы | Глубина отбора | Хлорид-ион, мг/кг | Сульфат-ион, мг/кг | Сухой остаток, мг/кг |
|-------------|----------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| 20.50 | 0,0-0,2 | 9,9 | 37 | 560 |
| | 0,3-0,5 | 44 | 390 | 2500 |
| 20.52 | 0,0-0,2 | 15 | 21 | 64 |
| | 0,3-0,5 | 22 | 23 | 47 |

Исходя из вышесказанного, можно выделить несколько зон, осложненных действием антропогенного фактора засоления – это территории, прилегающие к оз. Селитренному, район озера Кривое, а также восточная часть исследуемого участка (сельскохозяйственные угодья за шоссе).

Отличительные особенности данных участков объясняются следующими причинами – в районе оз. Кривое геохимическая обстановка осложняется влиянием сбросного канала, что характеризуется повышенным содержанием солей для трех точек, сгруппированных вокруг канала; самый восточный участок, представленный сельскохозяйственными угодьями (точка 20.27), отличается особенными гидрологическими условиями (болотистые условия в районе озера М. Плотавя), и, по всей видимости, более высоким положением зеркала подземных вод, следовательно, более высоким, чем в окрестностях оз. Селитренного содержанием солей (1000-1800 мг/кг).

С целью более комплексного рассмотрения проблемы засоления исследуемой территории, отбор проб в некоторых точках был произведен не только с поверхностных горизонтов, но и по всему почвенному профилю. Отбор производился при помощи почвенного бура. Пробы 20.50, 20.52 были отобраны с помощью электробура с глубин 0.0-0.2 м, 0.3-0.5 м, а пробы К4, К8, К12, КС-20-3, КС-20-7 с глубин 0.3-0.5, 0.8-1.0, 1.3-1.5 м.

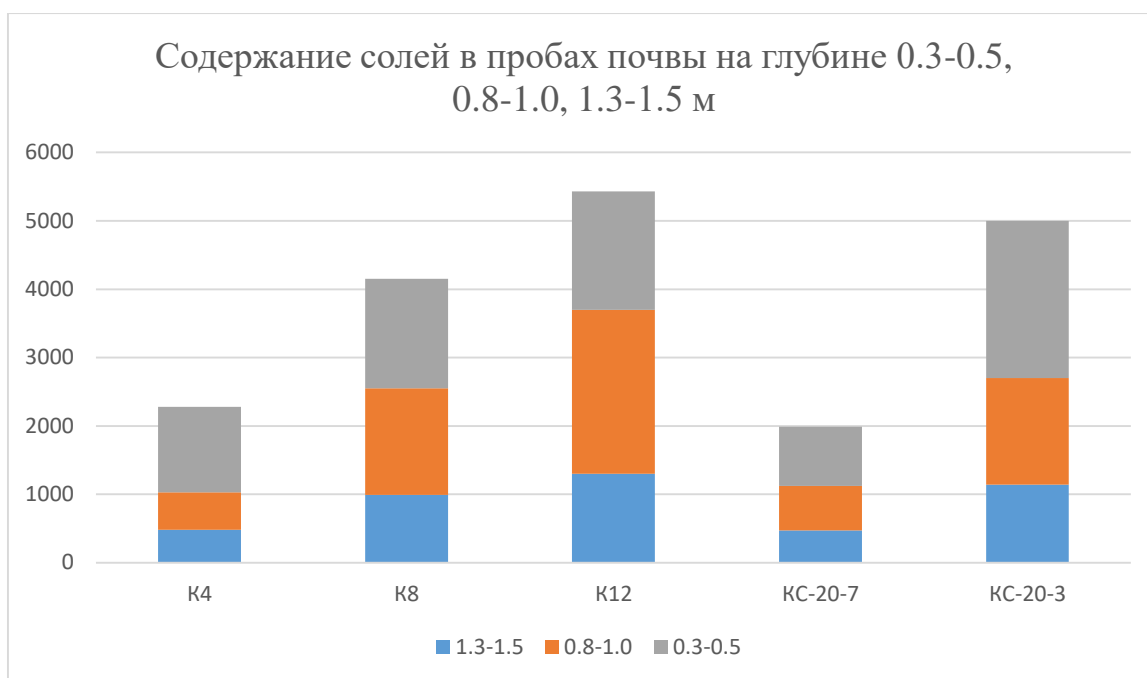


Рисунок 9. Диаграмма содержания солей в пробах почвы на глубине 0.3-0.5, 0.8-1.0, 1.3-1.5 м

На рисунке 9 отображено изменение засоления почв участка с востока на запад, от границы санитарно-защитной зоне предприятия. Точка K12 располагается в 200 м от места складирования готовой продукции, вследствие чего характеризуется повышенным содержанием солей относительно почв района. В данной точке повышенное содержание солей присуще пробам, отобранном по всему профилю до 1,5 м.

В целом можно наблюдать, что показатель засоленности почвы уменьшается по линии пробоотбора при удалении от берега озера Селитренное. Кроме того, поскольку каждая последующая точка (по удалении от озера) находится выше предыдущей, для данной территории присущ аэральный поток переноса солей, однако, даже учитывая этот факт, к границе санитарно-защитной зоны, влияния разноса солей не наблюдается.

В точках KC-20-7 и KC-20-3, расположенных южнее от предыдущих точек, можно наблюдать аналогичную ситуацию – уровень засоленности почвы также уменьшается при удалении от главного источника засоления территории – озера Селитренного.

Заключение

Антропогенное влияние на различные составляющие окружающей среды обусловлено воздействием промышленных, сельскохозяйственных, транспортных и социально-бытовых хозяйственных объектов. В данной работе была проведена оценка техногенного засоления в районе Кучукского соляного месторождения. Антропогенное влияние на состояние почвенного покрова в данном районе имеет комплексный характер.

При оценке техногенного засоления были сделаны следующие выводы:

Почвы данной территории характеризуются высоким содержанием растворимых солей, - данный факт связан не только со спецификой производственных процессов в зоне аэрации, но и с особенностями климатических условий данной местности.

Воздействие пылеуноса имеет значительную роль в распределении сульфата натрия – оно уменьшается с расстоянием от источника загрязнения. С западной, юго-западной и южной части озера содержание сульфатов в почвенном слое снижается, приближаясь к фоновым показателям. Это также обусловлено З-ЮЗ направлением ветра, характерным для исследуемого региона.

На основании проведенного исследования можно заключить, что усиленному техногенному воздействию подвергаются территории, расположенные непосредственно у восточного берега садочного бассейна и входящие в зону горного отвода ОАО «Кучуксульфат», основной причиной деградации почв на данной территории является дефляция солей из садочного бассейна.

Список используемой литературы

1. Абрамович Д. И., Бейром С.Г. - Гидрогеология Кулунды и прилегающих районов– Новосибирск: наука, 1965
2. Актуализированный инвестиционный паспорт Муниципального образования Благовещенский район Алтайского края за 2017 год
3. Архипов С.А., Вдовин В.В., Мизеров Б.В., Николаев В.А. Западно-Сибирская равнина. М.: Наука, 1970.
4. Балашова С. П., Мураева Я. Н. К вопросу развития ОАО «Кучуксульфат», АлтГУ, 2016
5. Борзилов О. С., «Оценка ресурсов подземных вод для целей аграрно-индустриального развития Кулунды»
6. Бортикова С. Б., Гаськова О. Л., Бессонова Е. П., Геохимия техногенных экосистем. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО», 2011
7. Быбочкин А. М., Мартынюк В. Ф., Сидоров В. И. (НТЦ «Промышленная безопасность», Гидроминеральное сырье оз. Кучук и геоэкологические проблемы его использования, 1998
8. Галахов В.П., Ловцкая О.В. Влияние климатических и антропогенных факторов на водный баланс Кучукского озера // Мир науки, культуры, образования. 2009, № 3.
9. Герасимова М.И. География почв России. – М.: Изд-во МГУ, 2007.
10. Дзенс-Литовский А. И. Соляные озера СССР, 1968
11. Зимич В.С., Васильчук М.П. (ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность»)), Об опыте использования природных (климатических) факторов для добычи мирабилита на Кучукском месторождении
12. Кабалова Н. Ю., Татаринцев Л. М., Татаринцев В. Л. Особенности соленакопления в почвах Кулундинской степи, 2013
13. Кирсанов Ю. Г. Оценка воздействия выбросов вредных веществ на атмосферный воздух, 2018
14. Ковда В.А., Солончаки и солонцы/ Под ред. Прасолова Л.И.

15. Куриленко В. В., Отчет по теме «Провести экологическую экспертизу производственной деятельности АО «Кучуксульфат»», 1996
16. Лебедева М. П., Лопухина О. В., Калинина Н. В. Особенности химико-минералогического состава солей в соровых солончаках и озерах Кулундинской степи. Минералогия и микроморфология почв, 2008
17. Макарычев С. В., Эллерт Д. Ю. «Особенности экологического загрязнения почвенного покрова при производстве сульфата натрия (на примере ОАО «Кучуксульфат» Благовещенского района Алтайского края)
18. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, Озерные соли, Москва, 2007
19. Милевский О. А. История изучения и освоения соляных озер Кулундинской степи: 18 – начало 20 вв
20. Панфилов В. П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. – Новосибирск, Наука, 1973
21. Полевое обследование и картографирование уровня загрязненности почвенного покрова техногенными выбросами через атмосферу. Методические указания. – М., 1980
22. Ржевский В.В., Нурок Г.А. Технология добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов — М.: Недра, 1979. — 381 с.
23. Система земледелия и землепользования совхоза Новый путь Благовещенского района, Алтайский край. Г. Барнаул. – 1986.
24. Технический проект разработки Кучукского месторождения минеральных солей (оз. Кучук) с использованием средств гидромеханизации. Т.1., книга 1. Текстовая часть. ОАО «КУЗБАССГИПРОШАХТ». Кемерово, 2018
25. Урусевская И.С., Алябина И.О., Шоба С.А.; Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации, 2019
26. Харламова Н.Ф., Силантьева М.М. Современное состояние и тенденции изменений климата Кулунды // Известия АлтГУ. 2011. №3-2.

- 27.Boerner R.E. Forman R.T.T. Salt Spray and Coastal Dune Mosses // The Bryologist. 1975 Vol. 78, No. 1
- 28.Cheeseman J.M. The evolution of halophytes, glycophytes and crops, and its implications for food security under saline conditions // New Phytol. 2015. Vol. 206(2).
- 29.Dajic Z. Salt stress // Phisiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in plants / eds Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S., Janardhan Reddy K. Dordrecht: Kluwer, 2006.
- 30.<http://www.kuchuk.ru>
- 31.Richards L. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils // Handbook. 1954. № 60
- 32.Soil Survey investigation for irrigation / FAO Soil Bulliten. 1979.

Приложения

Приложение 1

| Номер пр | Сухой ост | Na | Ca | Mg | Cl | SO4 | HCO3 | Примечания |
|----------|-----------|--------|--------|-------|---------|---------|--------|--|
| CO1 | 2200,00 | 360,00 | 40,00 | 15,00 | 95,00 | 1200,00 | 280,00 | пос. Степное озеро |
| CO2 | 840,00 | 120,00 | 31,00 | 12,00 | 15,20 | 460,00 | 160,00 | |
| CO3 | 570,00 | 93,00 | 19,00 | 9,20 | 10,00 | 330,00 | 120,00 | |
| CO4 | 1100,00 | 160,00 | 52,00 | 16,00 | 12,50 | 580,00 | 190,00 | |
| CO5 | 730,00 | 92,00 | 51,00 | 13,00 | 17,00 | 400,00 | 130,00 | |
| CO6 | 690,00 | 75,00 | 40,00 | 15,00 | 12,10 | 360,00 | 150,00 | |
| CO7 | 670,00 | 90,00 | 35,00 | 14,00 | 11,60 | 340,00 | 160,00 | |
| CO8 | 860,00 | 140,00 | 26,00 | 15,00 | 10,60 | 470,00 | 200,00 | |
| CO9 | 1700,00 | 320,00 | 38,00 | 25,00 | 24,30 | 990,00 | 240,00 | |
| CO10 | 860,00 | 60,00 | 29,00 | 10,00 | 11,10 | 490,00 | 120,00 | |
| CO11 | 650,00 | 42,00 | 18,00 | 8,50 | 19,00 | 360,00 | 70,00 | |
| CO12 | 850,00 | 140,00 | 24,00 | 19,00 | 33,00 | 470,00 | 90,00 | |
| CO13 | 590,00 | 89,00 | 15,00 | 12,00 | 35,00 | 290,00 | 110,00 | |
| CO14 | 2700,00 | 510,00 | 43,00 | 22,00 | 10,00 | 1800,00 | 170,00 | |
| CO15 | 680,00 | 150,00 | 19,00 | 11,00 | 78,00 | 310,00 | 110,00 | |
| CO16 | 850,00 | 120,00 | 13,00 | 7,90 | 13,30 | 500,00 | 75,00 | |
| CO17 | 640,00 | 80,00 | 17,00 | 8,00 | 14,00 | 350,00 | 94,00 | |
| CO18 | 1100,00 | 200,00 | 22,00 | 13,00 | 19,30 | 615,00 | 130,00 | |
| CO19 | 813,00 | 110,00 | 31,00 | 25,00 | 10,00 | 430,00 | 190,00 | |
| CO20 | 3700,00 | 960,00 | 100,00 | 20,00 | 1400,00 | 840,00 | 110,00 | |
| 20.04 | 910,00 | 170,00 | 50,00 | 9,80 | 73,00 | 440,00 | 140,00 | около шоссе на Линьки |
| 20.10 | 1090,00 | 190,00 | 26,00 | 13,00 | 64,00 | 580,00 | 150,00 | |
| 20.11 | 1200,00 | 170,00 | 37,00 | 20,00 | 16,80 | 740,00 | 80,00 | северное направление от оз. Криво |
| 20.12 | 1200,00 | 220,00 | 7,00 | 5,10 | 68,00 | 680,00 | 96,00 | |
| 20.17 | 1000,00 | 95,00 | 30,00 | 17,00 | 81,00 | 550,00 | 65,00 | поля восточнее от оз. Селитренное |
| 20.21 | 1500,00 | 190,00 | 150,00 | 21,00 | 58,00 | 890,00 | 88,00 | восточное направление от оз. Криво |
| 20.23 | 1200,00 | 180,00 | 60,00 | 32,00 | 29,00 | 710,00 | 170,00 | |
| 20.27 | 1800,00 | 260,00 | 21,00 | 11,00 | 24,00 | 1180,00 | 60,00 | поля восточнее от оз. Селитренное |
| 20.37 | 990,00 | 160,00 | 50,00 | 39,00 | 11,30 | 440,00 | 350,00 | |
| 20.38 | 670,00 | 110,00 | 42,00 | 12,00 | 17,30 | 310,00 | 190,00 | восточное направление от оз. Селитренное |
| 20.43 | 560,00 | 96,00 | 23,00 | 13,00 | 18,00 | 290,00 | 110,00 | |
| 20.46 | 610,00 | 40,00 | 23,00 | 12,00 | 24,00 | 320,00 | 100,00 | восточное направление от оз. Селитренное |
| 20.50 | 560,00 | 43,00 | 19,00 | 9,90 | 37,00 | 270,00 | 93,00 | профиль ЮЮВ побережье оз. Кучук |
| 20.52 | 640,00 | 85,00 | 22,00 | 15,00 | 21,00 | 320,00 | 140,00 | профиль западное побережье оз. К |
| K8 | 1600,00 | 390,00 | 50,00 | 31,00 | 50,00 | 900,00 | 210,00 | |
| K4 | 1250,00 | 160,00 | 100,00 | 75,00 | 18,90 | 580,00 | 470,00 | южный берег оз. Селитренное около ко |
| K12 | 1730,00 | 200,00 | 120,00 | 85,00 | 79,00 | 950,00 | 340,00 | |
| КС-20-7 | 870,00 | 150,00 | 47,00 | 25,00 | 15,70 | 460,00 | 190,00 | Восточная трансекта |
| КС-20-3 | 2300,00 | 280,00 | 120,00 | 88,00 | 170,00 | 890,00 | 800,00 | |